

(11)Publication number : 2000-031900
(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(71)Applicant : FUJITSU LTD
(72)Inventor : TSUDA TAKASHI
YAMANE KAZUO
KAWASAKI YUMIKO
OKANO SATORU

監視情報

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 可変の光パワーを有する光信号を、
光ファイバに送路へ送出する装置を提供するステップ
と、

(b) 上記光ファイバ伝送路により伝送された光信号を電気信号に変換するステップと、

(c) 上記電気信号の波形劣化に関連するパラメータを
検出するステップと、

(d) 上記電気信号の波形劣化が改善されるように上記検出されたパラメータに基づき上記光バリアーを制御するステップとを備えた方法。

【請求項2】 請求項1に記載の方法であって、

上記装置は、上記光ファイバ伝送路の途中に設けられる光中継器に含まれる光増幅器によって提供され、

上記ステップ(d)は上記光増幅器の利得を調節するステップを含む方法。

(請求項3) 請求項1に記載の方法であって、

上記装置は上記光ファイバ伝送路の一端に接続される光送信機によって提供される方法。

(請求項4) 請求項3に記載の方法であって、

上記光送信機は、入力電気信号を上記光信号に変換する電気/光変換器と、上記光信号を増幅する光増幅器とを備えており、

上記ステップ(d)は上記光増幅器の利用を調節するメ
テッヅを含む方法。

【請求項5】請求項1に記載の方法であって、

上記パラメータは上記電気信号の符号誤り率である方法。

【請求項6】請求項1に記載の方法であって、

上記パラメータは上記電気信号のアイ開口度である方法。

【請求項7】請求項1に記載の方法であって

上記装置は、上記ファイバに送路の一端に接続される光送信機と、上記ファイバに送路の途中に設けられる

供される方は、

【請求項8】請求項7に記載の方法であって、
上記ステップ（d）は上記光送信機及び上記光増幅器
の出力パワーが概ね等しくなる条件を満足させるステッ

ブを含む方法。

【請求項9】 請求項7に記載の方法であって、

の出カパワーを順次調節するスデップを含む方法。

該第1及び第2の端局装置間に敷設される光ファイバ伝

上記第1の端局装置は可変の光パワーを有する光信号を

上記第2の端局装置は、上記光ファイバ伝送路により伝送光ファイバへ送附へ送出する光送信機を有し、

(19) 日本国特許庁 (J P)

(11) 特殊出願公開発見

00016-0006100
校題000:21000

(VOLUME 00000)

NOE1C-0007H4D-

(P2000-3190A)

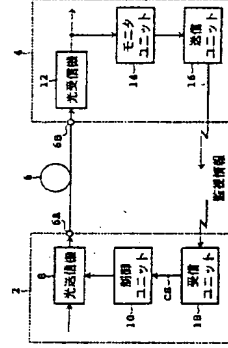
(S1) InCl ⁺	識別記号	P I	フット (参考)	平成12年1月25日 (2000.1.25)
H 0 4 B	10/02	H 0 4 B	5 K 0 0 2	M
	10/18		5 K 0 4 5	B
	3/04			K
	10/08			

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全12頁)

(21) 出願番号	特開平10-195330	(71) 出願人	00005223 富士通株式会社
(22) 公開日	平成10年7月8日(1998.7.8)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 (72) 発明者 神田 高至 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内 (72) 発明者 山根 一雄 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内 (74) 代理人 100075384 弁理士 松本 昂

(54) 【発明の名称】 光ファイバ通信のための方法並びに該方法の実施に使用する端局装置及びシステム

本発明によるシステムの基本構成を示すブロック図



(S7) (要約)

【課題】 本発明は光ファイバ通信のための方法並びに、該方法の実施に使用する端局装置及びシステムに関し、被覆分断及び非線形性の補償を課題としている。

【解決手段】 可変の光パワーを有する光信号を光ファイバ伝送路へ送付する装置が提供され、伝送路8により伝送される光信号が光受信機12により電気信号に変換され、電気信号の波形劣化に關連するパラメータがモニタユニット14により検出され、波形劣化が改善されるように制御ユニット10が光信号の光パワーを制御する。

伝送を可能にする光ファイバ通信のための方法並びに該方法の実施に使用する端局装置及びシステムに関する。

(0002)

【0002】
【従来の技術】低損失なシリカ光ファイバが開発されたことにより、光ファイバを伝送路として用いる光ファイバ通信用システムが数多く実用化されてきた。光ファイバそれ自体は極めて広い帯域を有している。

【0003】しかしながら、光ファイバによる伝送容量は実際上はシステムデザインによって制限される。最も重要な制限は、光ファイバにおいて生じる波長分散による波形歪みに起因する。

【0004】光ファイバはまた例えば約0.2dB/k_mの割合で光信号を減衰させるが、この減衰による損失は、エルビウムドープファイバ増幅器(EDFA)をはじめとする光増幅器の使用によって補償されてきた。EDFAは、シリカ光ファイバに最も低損失を与え、5dB/km程度の増幅を有している。

【0005】しばしば単純な分散と称される波長分散は、光ファイバ内における光信号の群速度が光信号の波長（又は波数）の関数として変化する現象である。例えば典型的なシングルモードファイバにおいては、 $3\mu\text{m}$ より短い波長に対しては、より長い波長を有する光信号がより短い波長を有する光信号より速く伝播し、その結果として分散は、通常、正常分散と称される。この意味と、分散の単位は $\text{ps}^2/\text{nm}\cdot\text{km}$ ）は色の値となる。1. $3\mu\text{m}$ より長い波長に対しては、より短い波長を有する光信号がより短い波長を有する光信号より速く伝播し、その結果として分散は異常分散と称される。この場合、分散は負の値となる。

【0006】近年、EDFAの採用による光信号パワーの増大に起因して、光ファイバの非線形特性が注目されている。伝送容量を制限する最も重要な非線形特性は光ファイバの屈折率が光信号のパワー又は強度に伴って変化する現象である。

【0007】周折率の変化は光ファイバ中を伝搬する光信号の位相を変調し、その結果直交スペクトルに変化する調波数チャージングが生じる。この現象は自己位相変調 (self-phase modulation: SPM) と知られている。SPM によってスペクトルが変化し、調波分散による波数歪みが更にくくなることとある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このように、波長分散及びカー効果は、伝送距離の増大に伴って光信号に波形歪みを与へる。従って、伝送品質を確保した上で光ファイバによる長距離伝送を可能にするためには、波長分散及び非線形性は制御され、補償されねばならないとされていることである。

【0009】よって、本発明の目的は、波長分散及び非

【0016】第1の端局装置2は、可変の光パワーを有する光信号を光ファイバに送路へその第1端6Aから送出する光送信機8と、光受信機8から出力される光信号のパワーを供給された制御信号CSに従って制御する。

【0017】第2の端局装置4は、光ファイバ伝送路6により伝送された光信号を電気信号に変換する光受信用機12と、光受信用機12から出力される電気信号の波形劣化に関連するパラメータを検出するモニタユニット14とを有している。

【0018】 抽出されたフレームデータに関する監視情報を、第1の増幅部へ伝送するために、第2の増幅部4には送信ユニット16が設けられている。また、第1の増幅部2には、第2の増幅部4から送られてきた監視情報を受けるための受信ユニット18が設けられている。受信ユニット18は、光受信機12から出力される電気信号の波形劣化が改善されるように、制御ユニット12に供給される。例えば、受信ユニット18は、光受信機12から出力される電気信号の符号誤りが減少するよう、あるいは、光受信機12から出力される電気信号のノイズレベルが小さくなるように、制御ユニット12を生成する。

【0019】送信ユニット16から受信ユニット18への監視情報伝送は、光ファイバ伝送路6を用いて行われるかも知れないし、増設装置2及び4間に敷設される他の光ファイバ伝送路（図には図示せず）を用いて行われるかも知れないし、電氣回線又は無線回線により行われるかも知れない。

【0020】図2は光ファイバ伝送路6として使用することができる光ファイバの分散特性を示すグラフである。縦軸は分散 (ps/nm/km)、横軸は波長 (μm) を表している。

【0021】光ファイバに逆路8として通常のシングルモードファイバ(SMF)を用いた場合、その零分散波長は概ね1.3 μm である。この場合、零分散波長より長い波長の光信号に対しては異常分散領域となり、分散は正の値をとる。また、零分散波長より短い波長の光信号に対しては正常分散領域となり、分散は負の値をとる。

【0022】光ファイバ伝送路6としてSMFを用いる場合、光信号の波長はSMFにおいて最低損失を与える1.55 μ m帯（例えば1.50-1.60 μ m）に設定されるので、その光信号に対しては常に異常分散領域となる。

【0023】光ファイバ伝送路として分散シフトファイバ(DSF)を用いた場合、その導分散波長は概ね1.55μmである。導分散波長よりも長い波長を有する光信号に対しては異常分散領域となり、分散は正の値をとる。導分散波長よりも短い波長を有する光信号に対しては正常分散領域となり、分散は負の値をとる。

(0.024) D S F の最低損失を与える波長も図ね1. 75 μm に等しいので、光信号の波長は1.55 μm 帯に設定される。従って、光信号の実際の波長と D S F の導波分散波長との相対的関係に従って、異常分散領域になるか正常分散領域になるかが決定される。

(0.025)以下、光ファイバ伝送路6としてDSF2及びSMFの各々を用いた場合における伝送可能距離を算出する。図3の(A)を参照すると、光ファイバ伝送路6明として、図3Dを用いた場合における0.5システム2の主要部分が示されている。ここでは、第1の遅延装置22の入力光信号8は、入力電気信号を光信号に変換するE/O変換器12(電気/光変換器)20と、E/O変換器から出力される光信号を増幅する利得可変型の光増幅器22とを含む。制御ユニット10(図1参照)が光増幅器22の利得を調節することによって、光ファイバ伝送路に送出される光信号の光パワーを変化させることができる。

【0026】また、受信感度を高めるために、第2の増幅装置4には、プリアンプとして用いられる光増幅器2-4が付加的に設けられている。光増幅器2-4は、光ファイバ伝送路6の第2端6Bと光受信機（又は、O/E変換器、光／電気変換器）1、2との間に光学的に接続される。

〔0027〕図4の(A)及び(B)を参照すると、その計算結果が示された正分散分岐領域におけるDSFの伝送特性が示されている。ここで、正分散分岐領域では、光信号はブッドシフトチャータビंगを有し、正分散分岐領域では光信号はブルースhiftチャータビंगを与えられ、また、大きな光パワーを有する光信号はSPMによって与えられるチャータビंगは常にブルースhiftチャータビंगであるという相対的に注目する。

【0028】尚、ブルーシフトチャージングを有する光信号を得るよりもレッドシフトチャージングを有する光信号を得る方が容易であるので、ここでは、光送信機8から出力される光信号はレッドシフトチャージングを有しているものとする。

[029] 図4の(A)及び(B)の各々において、光信号は受信機12にて行われる等化波形のアイ開閉度、光信号軸は時間軸を表している。光送信機8から出力される光信号のアイ開閉度が比較的に高い場合、光ファイバ伝送路6中の非線形効果は無視することができる。このとき、通常分散領域で発生するチャタイング波は伝送路内で与えられるレッドシフトポイントと光ファイバ伝送路内で与えられるレッドシフトポイントとは異なり、チャタイングと加え合され、アイ開閉度は波形劣化境界W_D以下となることの影響によって与えられる。伝送可塑性領域では、図4の(A)に符号Aで示されるよう、送信機側のみに対して、正常分散領域では、光送信機8で与えられるレッドシフトポイントと光ファイバ伝送路7で与えられるブルーシフトポイントとが相殺され、光信号の波形はパルス幅の圧縮効果が生じ、図4の(B)に符号Bで示される。

(7)	特開2000-31900	12	主信号に挿入する監視情報挿入回路70と、回路70の出力信号を光信号に変換するE/O変換器72とを含む。	14	信号の波長とは異なる。 〔0082〕符号78は図10に示される光中継器8(＃1、…、＃N)の各々を示している。各光中継器8では、WDMカプラ90により監視光信号92が抽出され、抽出された監視光信号はO/E変換器92により監視信号に変換される。O/E変換器92から出力される監視信号は監視回路(SV)94に供給される。 〔0083〕監視回路94は、監視信号に従って光増幅器80の出力レベル(又は利得)を調節する。例えば、図8に示される光増幅器80として用いられる場合には、監視信号に従って基準電圧Vrefを一定にする。監視信号に従って基準電圧V
-----	--------------	----	---	----	--

図2に載けられているCPUに付随するメモリ装置に記される。
【0082】図12の制御フローでは、下り回線については、第1の焼局装置2から第2の焼局装置4に向かう焼局で設定が行われていくが、設定の順序を逆にしてもよい。また、同じようにして、上り回線についての設定を行うことができる。

【0083】
【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、波長分散及び非線形性を補償して長距離伝送を可能にすることができ、光ファイバ通信のための方法並にその方法の実施に使用する焼局装置及びシステムを提供が可能になるという効果が生じる。本発明の特定の実施形態による効果については以上説明した通りであるのでその説明を省略する。

【図面の簡単な説明】
【図1】図1は本発明によるシステムの基本構成を示すブロック図である。

【図2】図2は光ファイバの分散特性を示すグラフである。

【図3】図3の(A) - (C)はDSF(分散シフトファイバ)を用いた場合の伝送可能距離を説明するための図である。

【図4】図4の(A)及び(B)はDSFの伝送特性を説明するための図である。

【図5】図5の(A) - (C)はSMF(シングルモードファイバ)を用いた場合の伝送可能距離を説明するた*

ための図である。
【図6】図6は本発明に適用可能な光増幅器の実施形態を示すブロック図である。

【図7】図7はモニタユニットの実施形態を示すブロック図である。

【図8】図8は図7に示されるモニタユニットのO/E変換器の実施形態を示すブロック図である。

【図9】図9は本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図である。

【図10】図10は本発明によるシステムの実施形態を示すブロック図である。

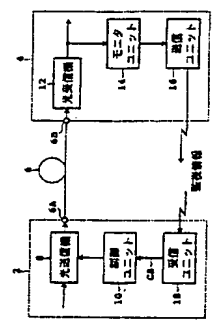
【図11】図11は図10に示されるシステムにおいて特定の監視情報を伝送するための改変を示すブロック図である。

【図12】図12は図10(図11)に示されるシステムにおける制御フローを示すフローチャートである。
【符号の説明】

- 2 第1の焼局装置
- 4 第2の焼局装置
- 6, 8, 10 光ファイバ伝送路
- 12 光送信機
- 14 制御ユニット
- 16 光受信機
- 18 モニタユニット
- 20 送信ユニット
- 22 受信ユニット

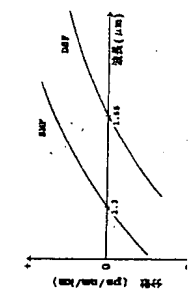
【図1】

本発明によるシステムの基本構成を示すブロック図



【図2】

光ファイバの分散特性を示すグラフ



【図3】

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

【図3】

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

DSFを用いた場合の伝送可能距離を説明するための図

【図4】

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

DSFの伝送特性を説明するための図

【図7】

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

モニタユニットの実施形態を示すブロック図

【図10】

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

本発明によるシステムの他の実施形態を示すブロック図

【図11】

図10に示されるシステムにおいて特定の監視情報を伝送するための状態を示すブロック図

